

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-94780
(P2002-94780A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト* (参考)
H 0 4 N 1/387		H 0 4 N 1/387	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 0 0	G 0 6 T 1/00	5 0 0 B 5 C 0 5 9
G 0 9 C 5/00		G 0 9 C 5/00	5 C 0 6 3
H 0 3 M 7/30		H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 7 6
H 0 4 N 7/08		H 0 4 N 7/133	Z 5 J 0 6 4
審査請求 有 請求項の数33 OL (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-175752(P2001-175752)

(22) 出願日 平成13年6月11日 (2001.6.11)

(31) 優先権主張番号 特願2000-177942(P2000-177942)

(32) 優先日 平成12年6月14日 (2000.6.14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 井上 尚

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 桂 卓史

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100098291

弁理士 小笠原 史朗

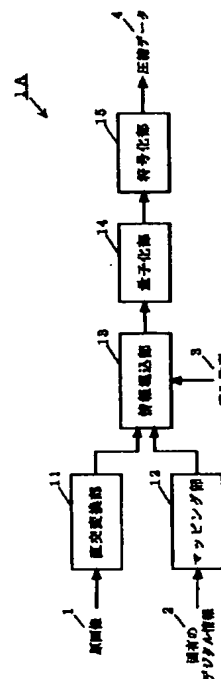
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル情報埋込・抽出装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 第三者によるデジタル情報の解読がしにくく、簡易な装置・方法で画質劣化を抑え、透かしデータの検出率を向上させる。

【解決手段】 埋め込み装置において、直交変換部11では、原画像1が複数のブロックに分割され、ブロック毎に直交変換が施される。情報埋込部13では、固有のデジタル情報からマッピングされた疑似乱数列が、直交変換によって算出された変換係数列の一部に、重み数数列を用いて埋め込まれる。抽出装置において、相関値算出部23では、疑似乱数列が埋め込まれたデータからブロック毎の変換係数列が所定の順序で読み出され、変換係数列と疑似乱数列との内積値が求められる。疑似乱数列決定部24では、内積値が所定のしきい値より大きい場合に疑似乱数列が埋め込まれていると判定される。情報生成部25では、判定に従って、マッピングに基づく固有のデジタル情報が抽出される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込装置であって、前記デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出する変換係数算出部と、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング部と、前記ブロック毎に、前記変換係数算出部で算出された変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に前記疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、前記埋め込み処理された後の変換係数に対して量子化を行う量子化部と、前記量子化された変換係数を符号化する符号化部とを備える、デジタル情報埋込装置。

【請求項2】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込装置であって、前記デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出する変換係数算出部と、前記変換係数算出部が出力する変換係数に対して量子化を行う量子化部と、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング部と、前記ブロック毎に、前記量子化された変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に前記疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、前記埋め込み処理された後の変換係数を符号化する符号化部とを備える、デジタル情報埋込装置。

【請求項3】 前記重み数列は、前記変換係数算出部が出力する変換係数の周波数成分が低域から高域になるほど、対応する各要素の値が大きくなるように設定されることを特徴とする、請求項1に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項4】 前記重み数列は、前記変換係数算出部が出力する変換係数の周波数成分が低域から高域になるほど、対応する各要素の値が大きくなるように設定されることを特徴とする、請求項2に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項5】 前記デジタル画像信号の符号化で使用されている量子化テーブルを、前記重み数列に用いることを特徴とする、請求項1に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項6】 前記デジタル画像信号の符号化で使用されている量子化テーブルを、前記重み数列に用いることを特徴とする、請求項2に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項7】 前記重み数列は、前記変換係数算出部が

出力する変換係数の直流成分の値に応じて、前記ブロック毎に動的に設定されることを特徴とする、請求項1に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項8】 前記重み数列は、前記変換係数算出部が出力する変換係数の直流成分の値に応じて、前記ブロック毎に動的に設定されることを特徴とする、請求項2に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項9】 前記重み数列は、前記変換係数算出部が出力する変換係数の特定の交流成分の平均値に応じて、前記ブロック毎に動的に設定されることを特徴とする、請求項1に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項10】 前記重み数列は、前記変換係数算出部が出力する変換係数の特定の交流成分の平均値に応じて、前記ブロック毎に動的に設定されることを特徴とする、請求項2に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項11】 前記情報埋込部は、前記変換係数算出部が出力する変換係数から選択された前記特定の変換係数列の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、

前記絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値をそれぞれ乗算する第1の乗算器と、

前記重み数列の各要素に第2の設定値をそれぞれ乗算する第2の乗算器と、

前記第1の乗算器の出力と前記第2の乗算器の出力とを要素毎に加算する第1の加算器と、

前記第1の加算器の出力と前記疑似乱数列とを要素毎に乗算する第3の乗算器と、

前記第3の乗算器の出力と前記変換係数算出部の出力とを要素毎に加算する第2の加算器とを備えることを特徴とする、請求項1に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項12】 前記情報埋込部は、前記量子化部が出力する変換係数から選択された前記特定の変換係数列の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、

前記絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値をそれぞれ乗算する第1の乗算器と、

前記重み数列の各要素に第2の設定値をそれぞれ乗算する第2の乗算器と、

前記第1の乗算器の出力と前記第2の乗算器の出力とを要素毎に加算する第1の加算器と、

前記第1の加算器の出力と前記疑似乱数列とを要素毎に乗算する第3の乗算器と、

前記第3の乗算器の出力と前記量子化部の出力とを要素毎に加算する第2の加算器とを備えることを特徴とする、請求項2に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項13】 前記変換係数算出部が、離散コサイン変換又はフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする、請求項1に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項14】 前記変換係数算出部が、離散ウェーブ

レット変換又はサブバンド分割のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする、請求項1に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項15】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、特定の係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、前記復号化部が出力するデータを逆量子化する逆量子化部と、前記逆量子化部が出力するデータのうちの前記特定の係数と、前記特定の装置で前記固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求める相関値算出部と、前記相関値算出部が出力する内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定する疑似乱数列決定部と、決定した前記疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成する情報生成部とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項16】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、量子化された特定の係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、前記復号化部が出力するデータのうちの前記量子化された特定の係数と、前記特定の装置で前記固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求める相関値算出部と、前記相関値算出部が出力する内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定する疑似乱数列決定部と、決定した前記疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成する情報生成部とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項17】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の係数に、重み数列に基づいて埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジタル情報のみを取り除くデジタル情報埋込装置であって、前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、前記復号化部が出力するデータを逆量子化する逆量子化部と、前記所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング部と、

前記逆量子化部が出力するデータから前記所望のデジタル情報が埋め込まれている特定の係数を選択し、当該特定の係数に前記疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、

前記埋め込み処理された後の係数に対して量子化を行う量子化部と、前記量子化された係数を符号化する符号化部とを備える、デジタル情報埋込装置。

【請求項18】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される量子化された特定の係数に、重み数列に基づいて埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジタル情報のみを取り除くデジタル情報埋込装置であって、前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、前記所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング部と、

前記復号化部が出力するデータから前記所望のデジタル情報が埋め込まれている量子化された特定の係数を選択し、当該特定の係数に前記疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、前記埋め込み処理された後の係数を符号化する符号化部とを備える、デジタル情報埋込装置。

【請求項19】 前記情報埋込部は、前記逆量子化部が出力するデータから選択された前記特定の係数の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、前記絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値をそれぞれ乗算する第1の乗算器と、前記特定の装置で用いられた前記重み数列の各要素に第2の設定値をそれぞれ乗算する第2の乗算器と、前記第1の乗算器の出力と前記第2の乗算器の出力とを要素毎に加算する加算器と、前記加算器の出力と前記疑似乱数列とを要素毎に乗算する第3の乗算器と、前記第3の乗算器の出力と前記逆量子化部の出力とを要素毎に減算する減算器とを備えることを特徴とする、請求項17に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項20】 前記情報埋込部は、前記復号化部が出力するデータから選択された前記特定の係数の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、前記絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値をそれぞれ乗算する第1の乗算器と、前記特定の装置で用いられた前記重み数列の各要素に第2の設定値をそれぞれ乗算する第2の乗算器と、前記第1の乗算器の出力と前記第2の乗算器の出力とを要素毎に加算する加算器と、前記加算器の出力と前記疑似乱数列とを要素毎に乗算する第3の乗算器と、

前記第3の乗算器の出力と前記復号化部の出力とを要素毎に減算する減算器とを備えることを特徴とする、請求項18に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項21】 前記情報埋込部は、前記逆量子化部が出力するデータから選択された前記特定の変換係数列の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、前記絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値を乗算する第1の乗算器と、前記第1の乗算器の出力と前記疑似乱数列とを要素毎に乗算する第2の乗算器と、前記第2の乗算器の出力と前記逆量子化部の出力とを要素毎に減算する減算器とを備えることを特徴とする、請求項17に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項22】 前記情報埋込部は、前記復号化部が出力するデータから選択された前記特定の変換係数列の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、前記絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値を乗算する第1の乗算器と、前記第1の乗算器の出力と前記疑似乱数列とを要素毎に乗算する第2の乗算器と、前記第2の乗算器の出力と前記復号化部の出力とを要素毎に減算する減算器とを備えることを特徴とする、請求項18に記載のデジタル情報埋込装置。

【請求項23】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込方法であって、前記デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出するステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、前記ブロック毎に、算出された前記変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に前記疑似乱数列を埋め込むステップと、前記埋め込み処理された後の変換係数に対して量子化を行うステップと、前記量子化された変換係数を符号化するステップとを備える、デジタル情報埋込方法。

【請求項24】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込方法であって、前記デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出するステップと、算出された前記変換係数に対して量子化を行うステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、前記ブロック毎に、前記量子化された変換係数から特定

の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に前記疑似乱数列を埋め込むステップと、

前記埋め込み処理された後の変換係数を符号化するステップとを備える、デジタル情報埋込方法。

【請求項25】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、特定の変換係数列に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、前記復号化されたデータを逆量子化するステップと、前記逆量子化されたデータのうちの前記特定の変換係数列と、前記特定の装置で前記固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求めるステップと、前記求められた内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定するステップと、前記決定された疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを備える、デジタル情報抽出方法。

【請求項26】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、量子化された特定の変換係数列に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、前記復号化されたデータのうちの前記量子化された特定の変換係数列と、前記特定の装置で前記固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求めるステップと、前記求められた内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定するステップと、前記決定された疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを備える、デジタル情報抽出方法。

【請求項27】 前記疑似乱数列を決定するステップは、前記内積値が予め設定したしきい値より大きい疑似乱数列を、埋め込まれている疑似乱数列であると判断することを特徴とする、請求項25に記載のデジタル情報抽出方法。

【請求項28】 前記疑似乱数列を決定するステップは、前記内積値が予め設定したしきい値より大きい疑似乱数列を、埋め込まれている疑似乱数列であると判断することを特徴とする、請求項26に記載のデジタル情報抽出方法。

【請求項29】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の変換係数列に埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジ

10

20

30

40

50

タル情報のみを取り除くデジタル情報埋込み方法であって、
前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、
前記復号化されたデータを逆量子化するステップと、
前記所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、
前記逆量子化されたデータから前記所望のデジタル情報が埋め込まれている特定の交換係数列を選択し、当該特定の交換係数列に前記疑似乱数列を埋め込むステップと、
前記埋め込み処理された後の交換係数に対して量子化を行うステップと、
前記量子化された交換係数を符号化するステップとを備える、デジタル情報埋込み方法。

【請求項30】 特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される量子化された特定の交換係数列に埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジタル情報のみを取り除くデジタル情報埋込み方法であって、
前記特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、
前記所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、
前記復号化されたデータから前記所望のデジタル情報が埋め込まれている量子化された特定の交換係数列を選択し、当該特定の交換係数列に前記疑似乱数列を埋め込むステップと、
前記埋め込み処理された後の交換係数を符号化するステップとを備える、デジタル情報埋込み方法。

【請求項31】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、
前記デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた交換係数をそれぞれ算出するステップと、
固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、
前記ブロック毎に、算出された前記交換係数から特定の交換係数列を選択し、交換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の交換係数列に前記疑似乱数列を埋め込むステップと、
前記埋め込み処理された後の交換係数に対して量子化を行うステップと、
前記量子化された交換係数を符号化するステップとを、
少なくとも実行するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項32】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、
デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の交換係数列に固有のデジタル情報が埋め込まれた、

符号化された圧縮データを入力し、復号化するステップと、
前記復号化されたデータを逆量子化するステップと、
前記逆量子化されたデータのうちの前記特定の交換係数列と、前記特定の装置で前記固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求めるステップと、
前記求められた内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定するステップと、
前記決定された疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを、
少なくとも実行するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項33】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、
デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の交換係数列に複数のデジタル情報が埋め込まれた、
符号化された圧縮データを入力し、復号化するステップと、
前記復号化されたデータを逆量子化するステップと、
前記所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、
前記逆量子化されたデータから前記所望のデジタル情報が埋め込まれている特定の交換係数列を選択し、当該特定の交換係数列に前記疑似乱数列を埋め込むステップと、
前記埋め込み処理された後の交換係数に対して量子化を行うステップと、
前記量子化された交換係数を符号化するステップとを、
少なくとも実行するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル情報埋込・抽出装置及び方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体に関し、より特定的には、デジタル画像信号に著作権情報等のデジタルデータ（以下、デジタル情報と称する）を埋め込み、そして抽出するデジタル情報埋込・抽出装置及び方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、インターネットを利用した情報の提供が盛んになっている。特にWWW（World Wide Web）は、画像や音声などを統合した情報送受信サービスとして頻繁に利用されている。しかしながら、インターネットのネットワーク上に公開された画像などのデジタル情報は、不特定多数の利用者が容易にコピーすることができる。このため、第三者が著作権を有する画像を当該著作権者に無断で不正コピーを行って、2次利用をするなどの問題が起こっている。また、画像ベースのコンテンツを用いたインターネット上でのビ

ジネスの展開においても不正コピーへの対策が問題となっており、画像信号の著作権を保護する技術の確立が求められている。

【0003】従来、その対策の1つとして知られているものに電子透かし技術がある。電子透かしとは、画像データ内部に人間には知覚できないような形でデジタル情報を埋め込む技術である。この電子透かし技術により、不正に利用された場合、埋め込まれたデジタル情報を抽出し、証明することにより著作権を主張することができる。

【0004】従来の電子透かしの埋め込み及び抽出方法の一例が、特開平10-191330号公報に示されている。以下、この公報に記載されている従来の電子透かしの埋め込み及び抽出方法を、簡単に説明する。 *

$$F(i) = f(i) + \text{avg}(f(i)) \times w(i) \times \text{定数} \quad \dots (1)$$

ただし、 i は、 8×8 画素のブロック1002の周波数成分の要素番号を示し、 $w(i)$ は、透かしデータ1106の各要素の値を示す。また、 $\text{avg}(f(i))$ は、各要素の近傍3点の絶対値平均、すなわち $\text{avg}(f(i)) = (|f(i-1)| + |f(i)| + |f(i+1)|) / 3$ である。

【0006】この透かしデータ埋込器1107は、量子化器1104が出力するデータの近傍3点の絶対値平均 $\text{avg}(f(i))$ を計算する部分平均計算器1108、透かしデータ1106と部分平均計算器1108の出力とを、要素毎に乗算する乗算器1110、埋め込む透かしデータ1106の大きさを変更するために使用する定数 α （スケールパラメータ）1109を乗算する乗算器1111、及び乗算器1111の出力と量子化器1104の出力とを要素毎に加算する加算器1112 30 で構成される。

【0007】符号化器1113は、透かしデータ埋込器1107が出力する周波数成分 $F(i)$ をJPEG又はMPEGの処理に基づいて符号化し、透かしデータが埋め込まれた圧縮データ1114を生成する。

【0008】次に、透かし抽出方法について、図13を用いて説明する。圧縮データ1201は、復号化器1202によって復号化される。復号化されたデータは、通常のJPEG又はMPEGのデコード処理によって、逆量子化器1203により逆量子化され、逆DCT演算器1204によって逆DCT演算されて、再生画像データ1205として生成される。

【0009】透かしデータ抽出器1206は、復号化器1202によって復号化されたデータから各要素を抜き出し、 $F(i) / \text{avg}(F(i))$ の計算を行って、埋め込まれている透かしデータと思われるデータの抽出を行う。ここで、 $F(i)$ は、復号化された 8×8 画素のブロックの周波数成分である。また、 $\text{avg}(F(i))$ は、復号化器1202が出力する 8×8 画素のブロック単位のデータ近傍3点の部分平均、すなわち a 50

* 【0005】まず、電子透かしの埋め込み方法について、図12を用いて説明する。原画像1101のデータは、通常のJPEG又はMPEGの圧縮処理に基づいて、 8×8 画素のブロック1102毎に取り出される。DCT（離散コサイン変換）演算器1103は、この取り出されたデータに対してDCT演算を行う。量子化器1104は、量子化テーブル1105を参照し、DCT演算器1103でDCT演算されて周波数成分に変換されたデータを量子化する。透かしデータ埋込器1107 10 は、透かしデータ1106を量子化器1104から出力されるデータに埋め込む。この際、透かしデータ埋込器1107は、次式(1)の処理を行って、透かしデータ1106を埋め込んだ新たな周波数成分 $F(i)$ を求める。

$$F(i) = f(i) + \text{avg}(f(i)) \times w(i) \times \text{定数} \quad \dots (1)$$

$\text{avg}(F(i)) = (|f(i-1)| + |f(i)| + |f(i+1)|) / 3$ のことである。この透かしデータ抽出器1206は、データ近傍3点の部分平均 $\text{avg}(F(i))$ を計算する部分平均計算器1207、及び復号化器1202が出力する周波数成分 $F(i)$ を部分平均計算器1207が出力する部分平均 $\text{avg}(F(i))$ で除算する除算器1208で構成する。

【0010】加算器1209は、各要素毎に、透かしデータ抽出器1206が出力する 8×8 画素ブロック単位の抽出データの1画面分の総和を求める。1画面分の抽出データの総和が計算された後、内積計算器1210は、検出したい透かしデータ1211と当該抽出データの総和との内積を計算し、統計的類似度1212を出力する。また、統計的類似度1212は、次のように算出される。まず、透かしデータ $W(i)$ が $W(i) = F(i) / \text{avg}(F(i))$ により計算され、さらに1画面分の $W(i)$ の総和 $WF(i)$ が要素 i 毎に各々計算される。次に、検出したい透かしデータ $w(i)$ と総和 $WF(i)$ との統計的類似度 C が、ベクトルの内積を利用して $C = WF \times w / (WF D \times w D)$ により計算される。ここで、 $W = (WF(1), WF(2), \dots, WF(n))$ 、 $w = (w(1), w(2), \dots, w(n))$ 、 $WF D = \text{ベクトル } WF \text{ の絶対値}$ 、 $w D = \text{ベクトル } w \text{ の絶対値}$ である。

【0011】そして、この統計的類似度1212がある一定の値以上であれば、透かしデータ1211と同等の透かしデータが、圧縮データ1201に埋め込まれていたものと判断する。この際、例えばこの透かしデータ1211が複製禁止を意味するものであれば、この透かしデータ抽出方式を組み込んでいる再生装置は、生成された再生画像データ1205について複製防止等の措置をとることが可能である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の技術では、透かしデータを抽出する際に、 8×8 画

素のブロック単位の各要素毎の周波数成分 $F(i)$ を、部分平均 $avg(F(i))$ で除算する必要があるため、演算処理が複雑となる。また、透かしデータを埋め込む際に、透かしデータの大きさを変更するために使用する定数 α が一定であるため、 8×8 画素のブロックの周波数成分に応じた埋め込み処理が行われていない。そのため、透かしデータの検出率を向上するために定数 α の値を大きくすると、画質劣化を生じるという課題があった。

【0013】それ故、本発明の主たる目的は、透かしデータを埋め込む時は変換係数の要素毎にその周波数成分に応じた重み数列を用い、透かしデータを抽出する時は変換係数列と疑似乱数列との内積計算を行うことにより、より簡易で算出コストが低く、しかも画質劣化を知覚されにくいデジタル情報埋込・抽出装置及び方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体を提供することである。また、本発明の他の目的は、複数のデジタル情報が埋め込まれた圧縮データから、所望のデジタル情報のみを取り除くことができるデジタル情報埋込装置及び方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段および発明の効果】上記目的を達成させるために、本発明は、以下に述べる特徴を備えている。第1の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込装置であって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出する変換係数算出部と、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング部と、ブロック毎に、変換係数算出部で算出された変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、埋め込み処理された後の変換係数に対して量子化を行う量子化部と、量子化された変換係数を符号化する符号化部とを備える。

【0015】第2の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込装置であって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出する変換係数算出部と、変換係数算出部が出力する変換係数に対して量子化を行う量子化部と、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング部と、ブロック毎に、量子化された変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、埋め込み処理された後の変換係数を符号化する符号化部とを備える。

【0016】第3及び第4の発明は、第1及び第2の発明に従属する発明であって、重み数列は、変換係数算出

部が出力する変換係数の周波数成分が低域から高域になるほど、対応する各要素の値が大きくなるように設定されることを特徴とする。

【0017】第5及び第6の発明は、第1及び第2の発明に従属する発明であって、デジタル画像信号の符号化で使用されている量子化テーブルを、重み数列に用いることを特徴とする。

【0018】第7及び第8の発明は、第1及び第2の発明に従属する発明であって、重み数列は、変換係数算出部が出力する変換係数の直流成分の値に応じて、ブロック毎に動的に設定されることを特徴とする。

【0019】第9及び第10の発明は、第1及び第2の発明に従属する発明であって、重み数列は、変換係数算出部が出力する変換係数の特定の交流成分の平均値に応じて、ブロック毎に動的に設定されることを特徴とする。

【0020】第11及び第12の発明は、第1及び第2の発明に従属する発明であって、情報埋込部は、変換係数算出部又は量子化部が出力する変換係数から選択された特定の変換係数列の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値をそれぞれ乗算する第1の乗算器と、重み数列の各要素に第2の設定値をそれぞれ乗算する第2の乗算器と、第1の乗算器の出力と第2の乗算器の出力とを要素毎に加算する第1の加算器と、第1の加算器の出力と疑似乱数列とを要素毎に乗算する第3の乗算器と、第3の乗算器の出力と変換係数算出部又は量子化部の出力とを要素毎に加算する第2の加算器とを備えることを特徴とする。

【0021】第13の発明は、第1の発明に従属する発明であって、変換係数算出部が、離散コサイン変換又はフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする。

【0022】第14の発明は、第1の発明に従属する発明であって、変換係数算出部が、離散ウェーブレット変換又はサブバンド分割のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする。

【0023】上記のように、第1～第14の発明によれば、所定のブロック単位で原画像の周波数変換を行い、得られた変換係数列の各要素に対応する重み数列を用いて、固有のデジタル情報に対応した疑似乱数列をそれぞれ埋め込む。これにより、簡易な構成・演算で、固有のデジタル情報を埋め込むことができる。しかも、埋め込みの対象となる変換係数列の順序及び長さや、埋め込まれる疑似乱数列を知らない第三者による固有のデジタル情報の解読は、ほとんど困難である。また、固有のデジタル情報そのものではなく、対応する疑似乱数列を埋め込むので、埋め込みに伴う圧縮データの画質劣化が知覚されにくくなる。また、重み数列にデジタル画像信号の符号化で使用されている量子化テーブルを用いることに

より、画像劣化を抑えることができる。

【0024】第15の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、特定の係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、復号化部が出力するデータを逆量子化する逆量子化部と、逆量子化部が出力するデータのうちの特定の係数と、特定の装置で固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求める相関値算出部と、相関値算出部が出力する内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定する疑似乱数列決定部と、決定した疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成する情報生成部とを備える。

【0025】第16の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、量子化された特定の係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、復号化部が出力するデータのうちの量子化された特定の係数と、特定の装置で固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求める相関値算出部と、相関値算出部が出力する内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定する疑似乱数列決定部と、決定した疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成する情報生成部とを備える。

【0026】上記のように、第15及び第16の発明によれば、疑似乱数列が埋め込まれた圧縮データを復号化し、変換係数と疑似乱数列との内積を求めることで相関値を算出し、相関値を予め定めたしきい値と比較することによって埋め込まれている疑似乱数列を特定して、固有のデジタル情報を生成する。これにより、簡易な構成・演算で、固有のデジタル情報を抽出することができる。しかも、埋め込みの対象となる変換係数の順序及び長さや、埋め込まれる疑似乱数列を知らない第三者による固有のデジタル情報の解読は、ほとんど困難である。また、固有のデジタル情報そのものではなく、対応する疑似乱数列が埋め込まれているので、透かしデータの検出率を向上できる。

【0027】第17の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の係数に、重み数列に基づいて埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジタル情報のみを取り除くデジタル情報埋込装置であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、復号化部が出力するデータを逆量子化する逆量子化部と、所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピング

するマッピング部と、逆量子化部が出力するデータから所望のデジタル情報が埋め込まれている特定の係数を選択し、当該特定の係数に疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、埋め込み処理された後の係数に対して量子化を行う量子化部と、量子化された係数を符号化する符号化部とを備える。

【0028】第18の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される量子化された特定の係数に、重み数列に基づいて埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジタル情報のみを取り除くデジタル情報埋込装置であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化する復号化部と、所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング部と、復号化部が出力するデータから所望のデジタル情報が埋め込まれている量子化された特定の係数を選択し、当該特定の係数に疑似乱数列を埋め込む情報埋込部と、埋め込み処理された後の係数を符号化する符号化部とを備える。

【0029】第19及び第20の発明は、第17及び第18の発明に従属する発明であって、情報埋込部は、逆量子化部又は復号化部が出力するデータから選択された特定の係数の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値をそれぞれ乗算する第1の乗算器と、特定の装置で用いられた重み数列の各要素に第2の設定値をそれぞれ乗算する第2の乗算器と、第1の乗算器の出力と第2の乗算器の出力とを要素毎に加算する加算器と、加算器の出力と疑似乱数列とを要素毎に乗算する第3の乗算器と、第3の乗算器の出力と逆量子化部又は復号化部の出力とを要素毎に減算する減算器とを備えることを特徴とする。

【0030】第21及び第22の発明は、第17及び第18の発明に従属する発明であって、情報埋込部は、逆量子化部又は復号化部が出力するデータから選択された特定の係数の各要素の絶対値を算出する絶対値算出部と、絶対値算出部が出力する各要素の絶対値に第1の設定値を乗算する第1の乗算器と、第1の乗算器の出力と疑似乱数列とを要素毎に乗算する第2の乗算器と、第2の乗算器の出力と逆量子化部又は復号化部の出力とを要素毎に減算する減算器とを備えることを特徴とする。

【0031】上記のように、第17～第22の発明によれば、複数埋め込まれている疑似乱数列の中から所定の疑似乱数列のみを減算処理することにより、複数のデジタル情報が埋め込まれた圧縮データから、画質劣化を生じることなく、所望のデジタル情報のみを取り除くことができる。例えば、圧縮データ内に複数の著作権情報が埋め込まれた中から、不要な著作権情報を取り除きたい場合に、この処理を施すことで実現可能である。

【0032】第23の発明は、デジタル画像信号内に固

10

20

30

40

50

有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込方法であって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出するステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、ブロック毎に、算出された変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に疑似乱数列を埋め込むステップと、埋め込み処理された後の変換係数に対して量子化を行うステップと、量子化された変換係数を符号化するステップとを備える。

【0033】第24の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋め込むデジタル情報埋込方法であって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出するステップと、算出された変換係数に対して量子化を行うステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、ブロック毎に、量子化された変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に疑似乱数列を埋め込むステップと、埋め込み処理された後の変換係数を符号化するステップとを備える。

【0034】第25の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、特定の変換係数列に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、復号化されたデータを逆量子化するステップと、逆量子化されたデータのうちの特定の変換係数列と、特定の装置で固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求めるステップと、求められた内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定するステップと、決定された疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを備える。

【0035】第26の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される変換係数のうち、量子化された特定の変換係数列に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、復号化されたデータのうちの量子化された特定の変換係数列と、特定の装置で固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求めるステップと、求められた内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定するステップと、決定された疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを備える。

【0036】第27及び第28の発明は、第25及び第26の発明に従属する発明であって、疑似乱数列を決定するステップは、内積値が予め設定したしきい値より大きい疑似乱数列を、埋め込まれている疑似乱数列であると判断することを特徴とする。

【0037】第29の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の変換係数列に埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジタル情報のみを取り除くデジタル情報埋込み方法であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、復号化されたデータを逆量子化するステップと、所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、逆量子化されたデータから所望のデジタル情報が埋め込まれている特定の変換係数列を選択し、当該特定の変換係数列に疑似乱数列を埋め込むステップと、埋め込み処理された後の変換係数に対して量子化を行うステップと、量子化された変換係数を符号化するステップとを備える。

【0038】第30の発明は、特定の装置によって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される量子化された特定の変換係数列に埋め込まれた複数のデジタル情報のうち、所望のデジタル情報のみを取り除くデジタル情報埋込方法であって、特定の装置が符号化して出力する圧縮データを入力し、復号化するステップと、所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、復号化されたデータから所望のデジタル情報が埋め込まれている量子化された特定の変換係数列を選択し、当該特定の変換係数列に疑似乱数列を埋め込むステップと、埋め込み処理された後の変換係数を符号化するステップとを備える。

【0039】第31の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して、予め定めた画素単位の複数のブロックに応じた変換係数をそれぞれ算出するステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、ブロック毎に、算出された変換係数から特定の変換係数列を選択し、変換係数の各要素に対応した所定の重み数列に基づいて、当該特定の変換係数列に疑似乱数列を埋め込むステップと、埋め込み処理された後の変換係数に対して量子化を行うステップと、量子化された変換係数を符号化するステップとを、少なくとも実行するためのプログラムを記録している。

【0040】第32の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の変換係数列に固有のデジタル情報が埋め込まれた、符号化された圧縮データを入力し、復号化するステップと、復号化されたデータを逆量子化するステップと、逆量子化されたデータのうちの特定の変換係数列と、特定

の装置で固有のデジタル情報に対応させて埋め込まれた疑似乱数列を含む複数の疑似乱数列との、内積をそれぞれ求めるステップと、求められた内積値に基づいて、データに埋め込まれた疑似乱数列を決定するステップと、決定された疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを、少なくとも実行するためのプログラムを記録している。

【0041】第33の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を周波数成分に分解して算出される特定の交換係数に複数のデジタル情報が埋め込まれた、符号化された圧縮データを入力し、復号化するステップと、復号化されたデータを逆量子化するステップと、所望のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、逆量子化されたデータから所望のデジタル情報が埋め込まれている特定の交換係数を選択し、当該特定の交換係数に疑似乱数列を埋め込むステップと、埋め込み処理された後の交換係数に対して量子化を行うステップと、量子化された交換係数を符号化するステップとを、少なくとも実行するためのプログラムを記録している。

【0042】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1Aの構成を示すブロック図である。図2は、本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2Aの構成を示すブロック図である。図1において、本実施形態のデジタル情報埋込装置1Aは、直交変換部11と、マッピング部12と、情報埋込部13と、量子化部14と、符号化部15とを備える。図2において、本実施形態のデジタル情報抽出装置2Aは、復号化部21と、逆量子化部22と、相関値算出部23と、疑似乱数決定部24と、情報生成部25とを備える。以下、図3～図8をさらに参照して、本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報埋込・抽出装置が行うデジタル情報の埋め込み方法及び抽出方法を、順に説明する。

【0043】まず、デジタル情報埋込装置1Aが行うデジタル情報の埋め込み方法について、図1及び図3～図7を用いて説明する。図3は、図1のデジタル情報埋込装置1Aが行う処理を示すフローチャートである。図3を参照して、直交変換部11は、原画像1を入力し、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割する（ステップS301）。そして、直交変換部11は、その分割したブロック毎に直交変換を行って原画像1を周波数成分に分解し、交換係数を算出する（ステップS302）。本実施形態では、原画像1を8×8画素サイズのM個のブロックに分割し、その分割ブロック毎*

$$F(i, j) = f(i, j) + (\alpha |f(i, j)| + \beta Q(i, j))w(k) \quad \cdots (2)$$

ただし、i、jは、図6に示すように分割ブロックの周波数成分の要素番号を表している。また、kは、疑似乱

*に直交変換として離散コサイン変換(DCT)を行う場合を一例に挙げている。

【0044】マッピング部12は、原画像1に埋め込むべき固有のデジタル情報2に対応した所定の疑似乱数列を、対応表を参照して決定する（ステップS303）。図4は、マッピング部12が予め有するデジタル情報と疑似乱数列とを対応付けた対応表の一例を示す図である。例えば、固有のデジタル情報2が著作者名と作成日時とからなる著作者情報の場合、この対応表は、著作者情報と疑似乱数列とを組みとして記述され、対応表中には同一の疑似乱数列が現れないように構成する。この疑似乱数列は、平均値0、分散値1の正規(ガウス)分布又は最長線形符号系列(M系列)で構成される母集団からランダムに選択することにより生成される。また、疑似乱数列の長さは、対象となる原画像や所望する埋め込みレベル等に応じて、任意に設定できる。さらに、1つの著作者情報に対して複数の疑似乱数列が設定されていてもよい。マッピング部12は、原画像1に埋め込むべき固有のデジタル情報2、例えば著作者情報A_iが入力されると、この対応表を参照して疑似乱数列W_iを情報埋込部13へ出力する。

【0045】次に、情報埋込部13の処理を図5～図7を参照して説明する。図5は、情報埋込部13の詳細な構成の一例を示すブロック図である。情報埋込部13は、M個の分割ブロックのそれぞれについて、直交変換部11で算出された交換係数のうち、特定の周波数成分の交換係数を交換係数f(i, j)として選択する（ステップS304）。そして、情報埋込部13は、所定の重み数値Q(i, j)を用いて、交換係数f(i, j)毎に、固有のデジタル情報2に対応した疑似乱数列w(k)が埋め込まれた交換係数F(i, j)を算出する（ステップS305）。

【0046】この情報埋込部13は、図5に示すように、選択された交換係数f(i, j)の要素毎にその絶対値を算出する絶対値算出部501と、絶対値算出部501の出力と定数α(埋め込むデータの大きさ変更に使用するスケーリングパラメータ)とを要素毎に乗算する乗算器502と、重み数値Q(i, j)の要素毎に定数β(埋め込む疑似乱数系列の重み変更に使用するためのスケーリングパラメータ)を乗算する乗算器503と、乗算器502の出力と乗算器503の出力とを要素毎に加算する加算器504と、加算器504の出力と疑似乱数列w(k)とを要素毎に乗算する乗算器505と、乗算器505の出力と交換係数f(i, j)とを要素毎に加算する加算器506とで構成される。従って、情報埋込部13では、次式(2)で表される演算が行われて、交換係数F(i, j)が算出される。

数列を構成する要素番号を表しており、原画像1の分割ブロック数M以上であることが好ましい。

【0047】ここで、変換係数列 $f(i, j)$ として、 i と j とを加算した値が一定値になる変換係数が選択されるようにするのが最も好ましい。例えば、 $i + j = 2$ となる変換係数列（ゾーン1）としては、分割ブロックから3つの変換係数 $f(0, 2)$ 、 $f(1, 1)$ 及び $f(2, 0)$ がそれぞれ選択される。なお、複数の変換係数列（例えば、ゾーン1～3の全て）に疑似乱数系列 $w(k)$ を埋め込みたい場合には、変換係数列 $f(i, j)$ 毎に上記式（2）の演算を行えばよい。この場合、複数の変換係数列に同一の疑似乱数系列を直列的又は並列的に埋め込んでもよいし、異なる疑似乱数系列を埋め込んでもよい。また、埋め込み後の画像劣化を考慮すれば、値が零でない変換係数にだけ疑似乱数系列を埋め込むことが望ましい。なお、変換係数列 $f(i, j)$ として選択される変換係数は、図6に示した位置（ i と j とを加算した値が一定値になる位置）に限ったものではなく、 8×8 画素サイズの中から任意に選択されてもよい。この場合、選択された位置及び処理の順序等は、デジタル情報埋込装置1Aとデジタル情報抽出装置2Aとの間で予め決めておく必要がある。

【0048】疑似乱数系列 $w(k)$ の各要素は、所定の順序で各変換係数列 $f(i, j)$ への埋め込みに使用される。例えば、上述のように各分割ブロックのゾーン1の変換係数列に埋め込みを行う場合、第1の分割ブロックの $f(0, 2)$ には $w(1)$ が、同 $f(1, 1)$ には $w(2)$ が、同 $f(2, 0)$ には $w(3)$ が、第2の分割ブロックの $f(0, 2)$ には $w(4)$ が、同 $f(1, 1)$ には $w(5)$ が、…、第Mの分割ブロックの $f(2, 0)$ には $w(k)$ が使用されるという具合である。なお、この順序は、埋め込み側と抽出側との整合が図られていれば、この例のように昇順でなくてもよい。また、この時、全分割ブロックの変換係数列 $f(i, j)$ の要素総数と埋め込むべき疑似乱数系列 $w(k)$ の要素数とが一致していなければ、疑似乱数系列を繰り返して又は縮小して変換係数列に埋め込めばよい。

【0049】重み数列 $Q(i, j)$ は、分割ブロックの各周波数成分の変換係数に対応した要素で構成される。この重み数列 $Q(i, j)$ の各要素は、例えば図7(a)のように、 i 又は j の値が大きくなるほど大きな値を持つように設定するのが好ましい。つまり、直交変換部11が出力する変換係数の周波数成分が低域から高域になるほど、対応する重み数列の各要素の値が大きくなるのが好ましい。これは人間の視覚特性が有する「画像の低域成分より高域成分の変化が知覚しにくい」という性質を利用して、変換係数の高域成分により大きな値を設定するようにしたものである。本発明が提供するデジタル情報の埋込及び抽出方法の適用範囲は、静止画像信号のみならず動画信号にまで拡張することができる。ここで、本発明が提供する方法を動画信号に適用させる場合には、例えばMPEG方式の画像符号化で

使用されている量子化テーブルの値を重み数列 $Q(i, j)$ として用いれば（図7(b)）、埋め込み処理に伴う画像劣化が少なくて済む。

【0050】また、各分割ブロックに使用する重み数列 $Q(i, j)$ を、直交変換部11で算出された変換係数のDC成分（ $f(0, 0)$ ）の値に応じて、動的に変更させてもよい。重み数列 $Q(i, j)$ の変更は、例えば、DC成分の値を重み数列 $Q(i, j)$ に加算又は乗算する方法で行ってもよいし、予め値が異なる複数の重み数列 $Q(i, j)$ を用意しておき、DC成分の値に応じていずれか1つを選択する方法で行ってもよい。このように、DC成分の値に応じて重み数列 $Q(i, j)$ を変更することで、視覚的な変化を認識しにくい単調な画像（真白又は真黒な画像）に対しては、重みを大きくして疑似乱数系列を埋め込むことができる。これに対して、各分割ブロックに使用する重み数列 $Q(i, j)$ を、直交変換部11で算出された変換係数のAC成分（DC成分以外の変換係数）の値に応じて、動的に変更させてもよい。この場合の変更も上記と同様に、値を加算又は乗算する方法や重み数列を選択する方法で実現可能である。なお、AC成分の値には、 $f(0, 0)$ 以外の全変換係数の平均値や、埋め込み対象の変換係数だけの平均値等を用いればよい。このように、AC成分の値に応じて重み数列 $Q(i, j)$ を変更することで、視覚的な変化を認識しにくい高周波成分を多く含む複雑な画像に対しては、重みを大きくして疑似乱数系列を埋め込むことができる。

【0051】再び図3を参照して、量子化部14は、情報埋め込み処理後の変換係数に対して量子化を行う（ステップS306）。そして、符号化部15は、量子化された変換係数を符号化して、固有のデジタル情報に対応する疑似乱数系列が埋め込まれた圧縮データ4を生成する（ステップS307）。これにより、原画像1への固有のデジタル情報の埋め込みが完了する。

【0052】次に、デジタル情報抽出装置2Aが行うデジタル情報抽出方法について、図2及び図8を用いて説明する。図8は、図2のデジタル情報抽出装置2Aが行う処理を示すフローチャートである。図8を参照して、復号化部21は、上述したデジタル情報埋込装置1Aの符号化部15が出力する圧縮データ4を入力し、データの復号を行う（ステップS801）。次に、逆量子化部22は、復号化部21によって復号されたデータを逆量子化する（ステップS802）。

【0053】相関値算出部23は、逆量子化部22が出力するデータのうち、デジタル情報埋込装置1Aの情報埋込部13で選択された変換係数列 $F(i, j)$ を、各分割ブロックから所定の順序で連続的に読み出し、埋め込み対象となった全分割ブロックの変換係数で構成される変換係数列 $A F(k)$ を作成する（ステップS803）。所定の順序は、デジタル情報埋込装置1Aとの間

で予め整合が図られている。そして、相関値算出部23は、圧縮データ4に埋め込まれていると推測される候補の1つの疑似乱数列 $w(k)$ と変換係数列 $AF(k)$ との内積を、次式(3)に従って計算し、相関値 S を求める(ステップS804)。

【数1】

$$S = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M AF(k) \times w(k) \quad \dots (3)$$

なお、相関値算出部23には、デジタル情報埋込装置1Aのマッピング部12が有している対応表(図4)が与えられる。

【0054】次に、疑似乱数列決定部24は、相関値算出部23で計算された相関値 S と予め定めたとしきい値 TH とを比較する(ステップS805)。そして、疑似乱数列決定部24は、相関値 S がしきい値 TH 以上である*

$$TH = \frac{1}{2M} \sum_{k=1}^M \{ \alpha |AF(k)| + \beta Q(k) \} \quad \dots (4)$$

ここで、 $Q(k)$ は、所定の順序で読み出した $F(i, j)$ に対応する $Q(i, j)$ の全体の系列を表現する。

【0055】なお、圧縮データ4に外乱が生じた場合、ある程度高い相関値 S を示す疑似乱数列が複数存在する場合が考えられる。このような場合には、単純に最も高い相関値 S を示す疑似乱数列が埋め込まれていると特定してもよいし、最も高い相関値 S が他の相関値 S に比べてある比率を満足する場合にのみ、その疑似乱数列が埋め込まれていると特定してもよい。

【0056】そして、埋め込まれている疑似乱数列 $w(k)$ が特定されると、情報生成部25は、デジタル情報埋込装置1Aのマッピング部12において当該疑似乱数列 $w(k)$ にマッピングされた固有のデジタル情報を生成する(ステップS807)。この生成は、デジタル情報埋込装置1Aのマッピング部12が有している対応表(図4)と同一の対応表を参照することで、容易に行える。

【0057】以上のように、本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報埋込装置によれば、 8×8 画素のブロック単位で原画像の直交変換を行い、得られた変換係数列の各要素に対応する重み数列を用いて、固有のデジタル情報に対応した疑似乱数列をそれぞれ埋め込む。一方、本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報抽出装置によれば、疑似乱数列が埋め込まれた圧縮データを復号化し、変換係数列と疑似乱数列との内積を求めることで相関値を算出し、相関値を予め定めたとしきい値と比較することによって埋め込まれている疑似乱数列を特定して、固有のデジタル情報を生成する。これにより、簡易な構成・演算で、固有のデジタル情報を埋め込み及び抽

* 場合、候補とした疑似乱数列 $w(k)$ が圧縮データ4に埋め込まれていると判定し、相関値 S がしきい値 TH 未満である場合、候補とした疑似乱数列 $w(k)$ が圧縮データ4に埋め込まれていないと判定する。後者の場合、疑似乱数列決定部24は、疑似乱数列の他の候補について同様の処理を繰り返し(ステップS806)、埋め込まれている疑似乱数列を特定する(ステップS804, S805)。このしきい値 TH は、伝送路上で圧縮データ4に対して生じる外乱(伝送歪や故意の改竄等)に応じて、埋め込まれている疑似乱数列を最適に特定できるレベルに設定すればよい。ここで、相関値 S は、画像内容によって大きく変化するので、しきい値 TH を固定的に設定するよりも、復号によって得られた画像の変換係数(すなわち、画像の特徴)に基づいて動的に設定するのが好ましい。例えば、下記式(4)に基づいて動的にしきい値 TH を設定することが可能である。

【数2】

出することができる。しかも、埋め込みの対象となる変換係数列の順序及び長さや、埋め込まれる疑似乱数列を知らない第三者による固有のデジタル情報の解読は、ほとんど困難である。また、固有のデジタル情報そのものではなく、対応する疑似乱数列を埋め込むので、埋め込みに伴う圧縮データの画質劣化が知覚されにくくすると共に、透かしデータの検出率を向上できる。

【0058】なお、上記実施形態のデジタル情報埋込装置1Aにおいて、情報埋込部13と量子化部14との順序を入れ替えて、量子化された変換係数列に埋め込み処理を行い、また、デジタル情報抽出装置2Aにおいて、逆量子化部22の処理を行わず、復号化部21で復号化された後の量子化された変換係数列と疑似乱数列との内積を求めるようにしてもよい。このような手順で埋め込み及び抽出処理を行っても、上述した本発明の有用な効果と同様の効果を奏することは明らかである。

【0059】(第2の実施形態)図9は、本発明の第2の実施形態に係るデジタル情報埋込装置の構成を示すブロック図である。図9において、本実施形態のデジタル情報埋込装置1Bは、復号化部21と、逆量子化部22と、マッピング部12と、情報埋込部91と、量子化部14と、符号化部15とを備える。なお、デジタル情報埋込装置1Bにおいて、復号化部21及び逆量子化部22は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2Aの復号化部21及び逆量子化部22と同様の構成であり、またマッピング部12、量子化部14及び符号化部15は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1Aのマッピング部12、量子化部14及び符号化部15と同様の構成であるので、以下当該構成について

は同一の参照番号を付してその説明を一部省略する。

【0060】復号化部21は、圧縮データ5を入力してデータの復号を行う。この圧縮データ5には、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1A等を用いて、複数の固有のデジタル情報が既に埋め込まれているものとする。以下の例では、第1の固有のデジタル情報がマッピングされた第1の疑似乱数列と、第2の固有のデジタル情報がマッピングされた第2の疑似乱数列が埋め込まれている場合を説明する。逆量子化部22は、復号化部21によって復号されたデータを逆量子化する。マッピング部12は、図4の対応表から所望のデジタル情報（著作者情報）に対応する疑似乱数列を、情報埋込部91へ出力する。この例では、第2の疑似乱数列を出力したものとする。

【0061】図10は、情報埋込部91の詳細な構成の一例を示すブロック図である。情報埋込部91は、逆量子化部22が出力するデータのうち、予め定めた順序で変換係数列 $f(i, j)$ をそれぞれ読み出し、所定の重み数列 $Q(i, j)$ を用いて、特定の疑似乱数列 $w(k)$ を変換係数列 $f(i, j)$ に負の値で埋め込んだ*20

$$F(i, j) = f(i, j) - (\alpha |f(i, j)| + \beta Q(i, j))w(k) \quad \cdots (5)$$

なお、図10に示した情報埋込部91の構成中、減算器1001以外は上記図5に示した情報埋込部13の構成と同じである。

【0063】そして、量子化部14は、情報埋め込み処理後、すなわちこの例では、第2の疑似乱数列 $w(k)$ が除去された各分割ブロックの変換係数に対して、量子化を行う。符号化部15は、量子化部14で量子化された変換係数を符号化して、第1の疑似乱数列のみが埋め込まれた圧縮データ6を生成する。

【0064】以上のように、本発明の第2の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1Bによれば、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1Aによる埋め込み処理（式（2））と逆の処理（式（5））を行う。つまり、複数埋め込まれている疑似乱数列の中から所定の疑似乱数列のみを減算処理することにより、複数のデジタル情報が埋め込まれた圧縮データから、画質劣化を生じることなく、所望のデジタル情報のみを取り除くことができる。例えば、圧縮データ内に複数の著作権情報が埋め込まれた中から、不要な著作権情報を取り除きたい場合には、この第2の実施形態による埋め込み処理を施す※

$$F(i, j) = f(i, j) + \alpha |f(i, j)|w(k) \quad \cdots (6)$$

$$F(i, j) = f(i, j) - \alpha |f(i, j)|w(k) \quad \cdots (7)$$

【0067】また、上記第1及び第2の実施形態では、原画像に応じた変換係数を算出する直交変換方式として離散コサイン変換（DCT）を用いた例を挙げて説明したが、原画像を周波数成分に分解できるものであれば、フーリエ変換、アダマール変換、離散ウェーブレット変換又はサブバンド分割等の他の変換方式を用いてもよい。例えば、原画像中の 4×4 画素ブロックに対応する

* 変換係数列 $F(i, j)$ を算出する。すなわち、情報埋込部91は、既に埋め込まれている特定の疑似乱数列 $w(k)$ を除去した変換係数列 $F(i, j)$ を算出する。

【0062】この情報埋込部91は、図10に示すように、読み出された変換係数列 $f(i, j)$ の要素毎にその絶対値を算出する絶対値算出部501と、絶対値算出部501の出力と定数 α （埋め込むデータの大きさ変更に使用するスケーリングパラメータ）とを要素毎に乗算する乗算器502と、重み数列 $Q(i, j)$ の要素毎に定数 β （埋め込む疑似乱数系列の重み変更に使用するためのスケーリングパラメータ）を乗算する乗算器503と、乗算器502の出力と乗算器503の出力とを要素毎に加算する加算器504と、加算器504の出力とマッピング部12から出力された第2の疑似乱数列 $w(k)$ とを要素毎に乗算する乗算器505と、変換係数列 $f(i, j)$ から乗算器505の出力を要素毎に減算する減算器1001とで構成される。従って、情報埋込部91では、次式（5）で表される演算が行われて、変換係数列 $F(i, j)$ が算出される。

※ ことで実現可能である。

【0065】また、本第2の実施形態の埋め込み方式及び上記第1の実施形態の抽出方式を組み込んでいる再生装置は、埋め込まれているデジタル情報が利用期間の限定等を意味するものであれば、次のような処理を行うことができる。埋め込み処理によって利用期間が過ぎた圧縮データに対して該当するデジタル情報を取り除き、抽出処理において内積計算より求める相関値を予め定めたしきい値より小さくさせることで、その圧縮データに対する利用等を禁止することができる。しかも、このような使用の場合には、新たに固有のデジタル情報を埋め込む必要がないため、画質劣化を生じることもない。

【0066】なお、式（5）は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1Aの埋め込み処理に関する式（2）に対応する処理であるため、この式（2）が変更されれば、それに対応した逆の処理を行うようにすればよい。例えば、式（2）を下記式（6）に変更してデジタル情報の埋め込み処理を行えば、式（5）は下記式（7）に変更しても上記第2の実施形態で説明した有用な効果と同様の効果を奏することは明らかである。

ウェーブレット係数 $HL2$ 、 $LH2$ 及び $HH2$ （各1画素）と $HL1$ 、 $LH1$ 及び $HH1$ （各4画素）とに、疑似乱数列を埋め込む場合を考える（図11）。この場合、重み数列を、周波数帯域が高域になるほど（つまり $HL2$ 、 $LH2$ 及び $HH2$ より $HL1$ 、 $LH1$ 及び $HH1$ の方が）、大きな値を持つように構成する。また、重み数列を、 $LL2$ のウェーブレット係数（MRA）の値

に応じて動的に変更してもよいし、MRAを除くMRR（ここではHL2、LH2、HH2、HL1、LH1及びHH1）の値に応じて動的に変更してもよい。

【0068】さらに、上記第1及び第2の実施形態で説明した定数 α 及び β は、変換係数列の要素毎に同一の値でなくてもよい。

【0069】なお、典型的には、上記第1及び第2の実施形態に係るデジタル情報埋込・抽出装置が実現する各機能は、所定のプログラムデータが格納された記憶装置（ROM、RAM、ハードディスク等）と、当該プログラムデータを実行するCPU（セントラル・プロセッシング・ユニット）とによって実現される。この場合、各プログラムデータは、CD-ROMやフロッピー（登録商標）ディスク等の記録媒体を介して導入されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1Aの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2Aの構成を示すブロック図である。

【図3】図1のデジタル情報埋込装置1Aが行う処理を示すフローチャートである。

【図4】図1のマッピング部12が有する固有のデジタル情報と疑似乱数列との対応表の一例を示す図である。

【図5】図1の情報埋込部13の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図6】8×8画素のブロックの周波数成分の要素番号を示す図である。

【図7】MPEGで用いられる量子化テーブルを示す図である。

【図8】図2のデジタル情報抽出装置2Aが行う処理を示すフローチャートである。

【図9】本発明の第2の実施形態に係るデジタル情報埋込装置1Bの構成を示すブロック図である。

【図10】図9の情報埋込部91の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図11】直交変換方式として使用可能な離散ウェーブレット変換を説明する図である。

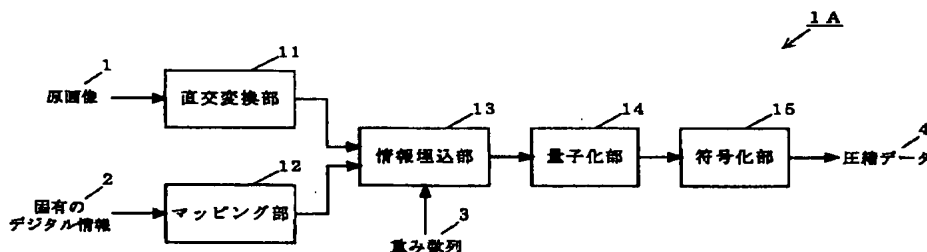
* 【図12】従来の透かし埋込み方法の構成の一例を示すブロック図である。

【図13】従来の透かし抽出方法の構成の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1, 1101…原画像
- 2…固有のデジタル情報
- 3…重み数列
- 4～6, 1114, 1201…圧縮データ
- 1A, 1B…デジタル情報埋込装置
- 2A…デジタル情報抽出装置
- 11…直交変換部
- 12…マッピング部
- 13, 91…情報埋込部
- 14, 1104…量子化部
- 15, 1113…符号化部
- 21, 1202…復号化部
- 22, 1203…逆量子化部
- 23…相関値算出部
- 24…疑似乱数列決定部
- 25…情報生成部
- 501…絶対値算出部
- 502, 503, 505, 1110, 1111…乗算器
- 504, 506, 1112, 1209…加算器
- 1001…減算器
- 1102…8×8画素サイズのブロック
- 1103…DCT演算器
- 1105…量子化テーブル
- 1106, 1211…透かしデータ
- 1107…透かしデータ埋込器
- 1108, 1107…部分平均計算器
- 1109…定数
- 1204…逆DCT演算器
- 1205…再生画像データ
- 1206…透かしデータ抽出器
- 1208…除算器
- 1210…内積計算器
- 1212…統計的類似度

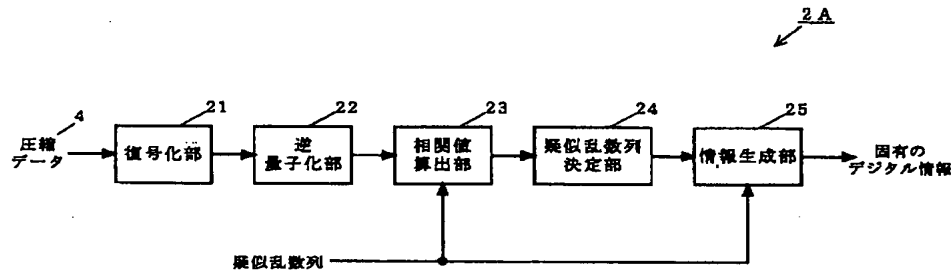
【図1】



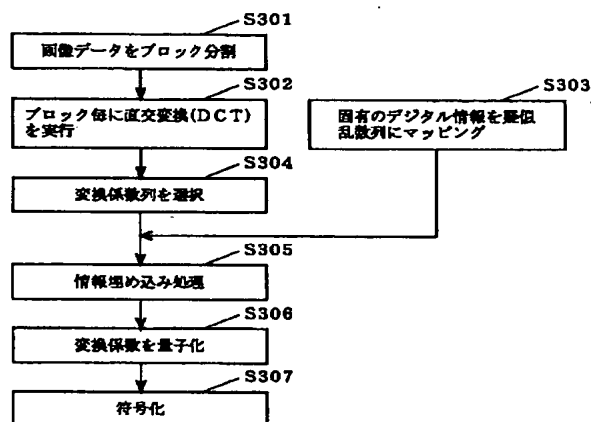
【図4】

著作権情報		疑似乱数列
著作者	作成日	
A1	1999/01/10	W1
A2	2000/05/10	W2
A3	1998/12/31	W3
⋮	⋮	⋮
AN	1999/11/22	WN

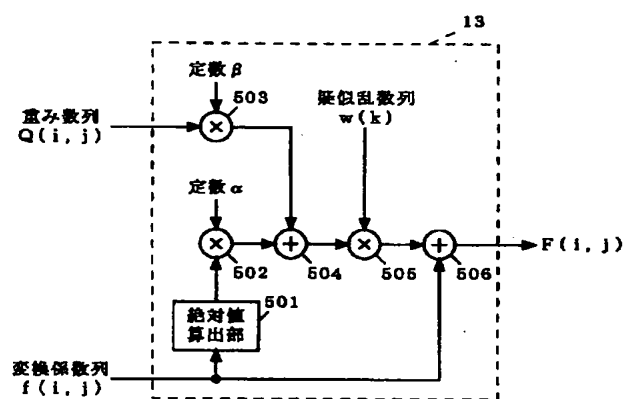
【図2】



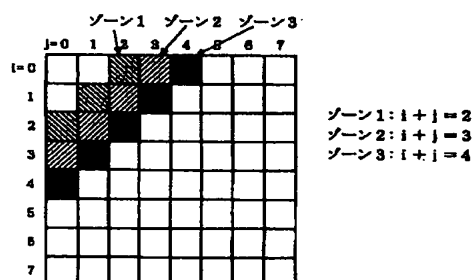
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

図7は、ゾーン1、ゾーン2、ゾーン3のセル番号と値を示す表である。

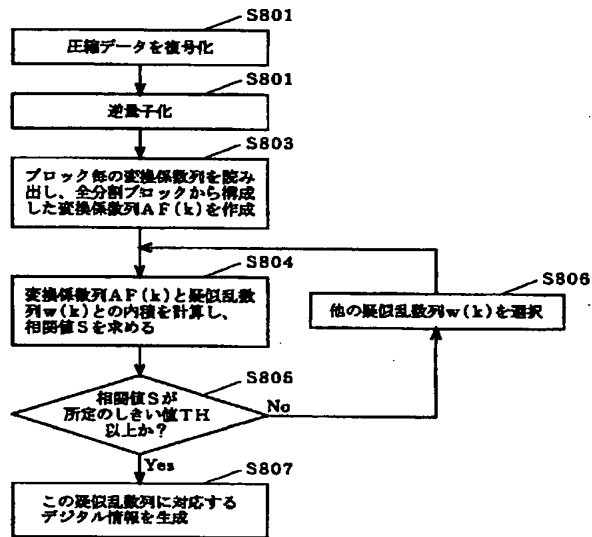
(a) ゾーン1: $i+j=2$

j=0	1	2	3	4	5	6	7
i=0	8	16	19	22	26	27	29
1	16	19	22	26	27	29	34
2	19	22	26	27	29	34	37
3	22	26	27	29	34	37	38
4	26	27	29	34	37	38	40
5	27	29	34	37	38	40	48
6	29	34	37	38	40	48	58
7	34	37	38	40	48	58	69

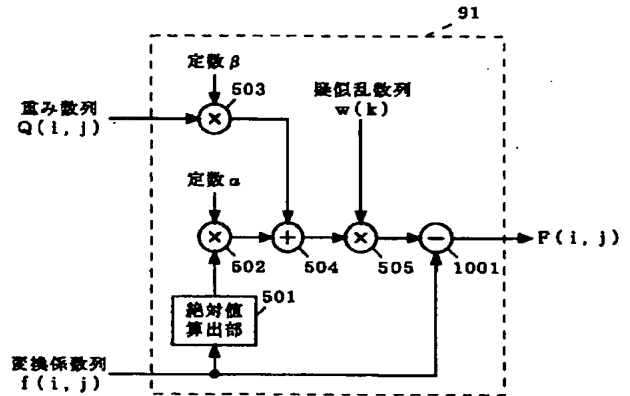
(b) ゾーン2: $i+j=3$

j=0	1	2	3	4	5	6	7
i=0	8	16	19	22	26	27	29
1	16	19	22	24	27	29	34
2	19	22	26	27	29	34	38
3	22	23	26	27	29	34	37
4	22	26	27	29	32	35	40
5	26	27	29	32	35	40	48
6	26	27	29	34	38	46	56
7	27	29	35	38	46	56	69

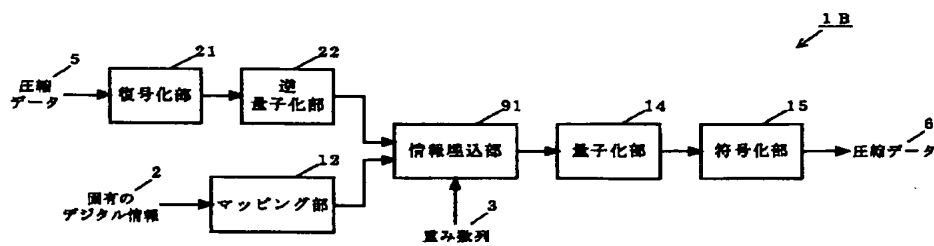
【図8】



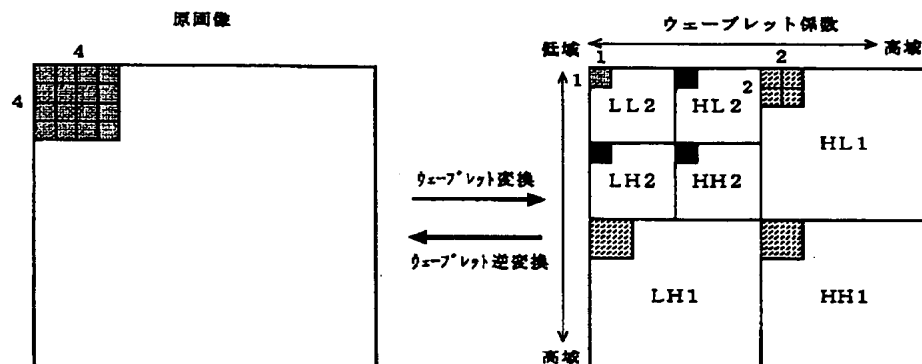
【図10】



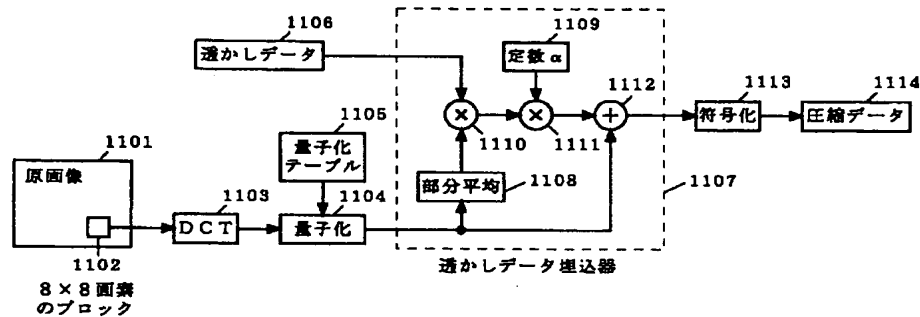
【図9】



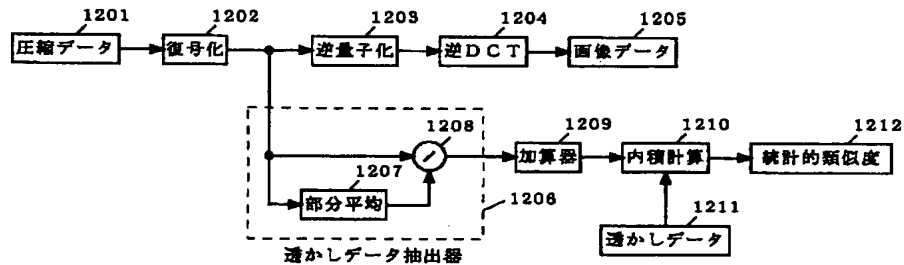
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

H04N 7/081
7/30

識別記号

F I

H04N 7/08

テーマコード(参考)

Z 5J104

Fターム(参考) 5B057 CE08 CE09 CG02 CG05 CG07
CH01 CH07 CH08 DA08 DA17
5C059 KK01 KK06 KK11 KK43 MA00
MA21 MA22 MA23 MA24 MA41
MC11 MC26 RC35 SS08 UA02
UA05
5C063 AB03 AB07 AC01 AC10 CA11
CA12 CA23 DA07 DA13 DB09
5C076 AA14 BA06
5J064 AA02 BA16 BC02 BC09 BC16
BC18 BD02
5J104 AA13 AA14 NA14 NA15 PA09